

Identifikasi *Environment Critical Index* (Indeks Kekritisian Lingkungan) Menggunakan NDVI dan LST di Kota Surabaya

Ridho Agusman^{1,*}, Ilham Badaruddin Mataburu¹

¹ Geografi, Universitas Negeri Jakarta, Jl. R.Mangun Muka Raya No.11, Jakarta Timur, DKI Jakarta, 13220

^{*} Email Korespondensi: ridhoagusman30@gmail.com

Abstract

Sitasi:

Agusman, R, Mataburu, I.B. (2023). *Identifikasi Environment Critical Indeks (Indeks Kekritisian Lingkungan) Menggunakan NDVI dan LST di Kota Surabaya*. Jurnal Sains Geografi. Vol. 1, No. 2.

Sejarah Artikel:

Diterima: 14 Januari 2023

Disetujui: 13 Maret 2023

Publikasi: 30 November 2024

The decline in environmental quality, which can lead to an increase in air temperature, is an adverse impact of the phenomenon of urbanization and industry. An area will be more comfortable to live in if it is more densely vegetated. The capital of East Java province is Surabaya, the second largest city in Indonesia. ECI was analyzed based on LST and NDVI algorithms. Observations of surface temperature and vegetation density in Surabaya City were conducted in 2013 and 2023 by utilizing Landsat-8 OLI satellite images. NDVI classification levels are divided into 4, namely non-vegetation, low vegetation, medium vegetation, and high vegetation. Low vegetation is the most dominating NDVI level in 2013 and 2023 with 80.6% and 84.9% respectively. Surface Temperature Level in Surabaya City has increased in both maximum and minimum temperatures over the last 11 years. It can be seen that the temperature distribution with a level of >36 degrees Celsius in 2023 experienced a very significant increase, reaching 75.6%. The Environmental Critical Index in Surabaya City has four classifications, namely non-critical, low, medium, high. Each level of environmental criticality in Surabaya City was analyzed based on LST and NDVI within 11 years, namely 2013 and 2023. The level of environmental criticality in Surabaya City has generally decreased due to the increase in vegetation area, although the level of decrease has not been significant.

Keyword: NDVI, LST, ECI

Abstrak



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Penurunan kualitas lingkungan yang dapat menyebabkan peningkatan suhu udara, merupakan dampak buruk dari adanya fenomena urbanisasi dan industri. Sebuah wilayah akan lebih nyaman untuk dihuni jika semakin lebat vegetasinya. Ibu kota provinsi Jawa Timur adalah Surabaya, kota terbesar kedua di Indonesia. ECI dianalisis berdasarkan algoritma LST dan NDVI. Pengamatan suhu permukaan dan kerapatan vegetasi di Kota Surabaya dilakukan pada tahun 2013 dan 2023 dengan memanfaatkan citra satelit Landsat-8 OLI. Tingkat klasifikasi NDVI terbagi menjadi 4, yaitu non vegetasi, vegetasi rendah, vegetasi sedang, dan vegetasi tinggi. Vegetasi rendah menjadi tingkat NDVI yang paling mendominasi pada tahun 2013 dan 2023 dengan masing-masing 80,6% dan 84,9%. Tingkat Suhu Permukaan di Kota Surabaya mengalami peningkatan pada suhu maksimum maupun minimumnya selama 11 tahun terakhir. Terlihat distribusi suhu dengan tingkat >36 derajat celcius pada tahun 2023 mengalami peningkatan yang sangat signifikan yaitu mencapai 75,6%. Indeks kekritisian Lingkungan atau Environmental Critical Index di Kota Surabaya memiliki empat klasifikasi, yaitu non kritis, rendah, sedang, tinggi. Masing-masing tingkat kekritisian lingkungan di Kota Surabaya dianalisis berdasarkan LST dan NDVI dalam kurun waktu 11 tahun, yaitu tahun 2013 dan 2023. Tingkat kekritisian lingkungan di Kota Surabaya secara umum mengalami penurunan karena bertambahnya luasan vegetasi, walaupun tingkat penurunannya belum signifikan.

Kata Kunci: NDVI, LST, ECI

1. Pendahuluan

Penurunan kualitas lingkungan yang dapat menyebabkan peningkatan suhu udara, merupakan dampak buruk dari adanya fenomena urbanisasi dan industri. Menurut (Dede et al., 2019), ada beberapa aktivitas manusia yang berkontribusi terhadap pelepasan gas rumah kaca dan peningkatan suhu udara. Iklim mikro di daerah perkotaan terpengaruh oleh perubahan penggunaan lahan dari vegetasi menjadi area terbangun, yang dibuktikan dengan suhu udara yang lebih tinggi di daerah perkotaan dibandingkan dengan daerah sekitarnya (Erwin, H., 2015). Lingkungan sebagian besar dipelihara oleh vegetasi. Sebuah wilayah akan lebih nyaman untuk dihuni jika semakin lebat vegetasinya. Namun, fragmentasi habitat dapat mengubah siklus biologis ekosistem karena perubahan hutan/lahan yang disebabkan oleh pembangunan berbagai fasilitas dan kegiatan lain yang menggunakan atau mengubah lanskap (Yanti, D., et al., 2020). Temuan ini menunjukkan adanya korelasi substansial antara pembacaan suhu udara permukaan dan tutupan vegetasi; semakin tinggi suhu udara di wilayah tersebut, semakin rendah tutupan atau kerapatan vegetasi (Zhang et al., 2010).

Ibu kota provinsi Jawa Timur adalah Surabaya, kota terbesar kedua di Indonesia. Sebagai salah satu kota besar di Indonesia, Surabaya memiliki total populasi sebesar 2,87 juta jiwa, menurut hasil sensus BPS Kota Surabaya tahun 2020. Kota Surabaya memiliki luas wilayah yang cukup besar (326,81 km²) dengan kepadatan penduduk mencapai 8.795 jiwa per km². Kepadatan penduduk Surabaya masih membaik dibandingkan dengan data sensus sebelumnya. Dalam kurun waktu sepuluh tahun, dari tahun 2010 hingga 2020, jumlah penduduk Surabaya bertambah sekitar 108,8 ribu jiwa, atau sebesar 3,94%. Jika dibandingkan dengan tahun 1980, jumlah penduduk Surabaya telah meningkat hampir 42,47% (BPS Kota Surabaya, 2020)

Pemusatan dan penyebaran pelayanan sosial, kegiatan ekonomi, dan kegiatan pelayanan pemerintahan terkonsentrasi di wilayah perkotaan (Dwijayanti, A., 2015). Penggunaan lahan di wilayah perkotaan terus berkembang setiap tahunnya akibat pertambahan penduduk yang sangat pesat. Kriteria penggunaan lahan ini tentunya perlu mempertimbangkan daya dukung fungsi lahan dengan dukungan data-data secara saintifik atau ilmiah. Surabaya merupakan salah satu wilayah kota yang berfungsi sebagai ibu kota provinsi dan pusat pemerintahan Jawa Timur (Dirk et al., 2018). Adapun hampir dua pertiga dari luas wilayah Kota Surabaya adalah lahan terbangun. Pembangunan area perumahan dan fasilitas komersial menjadi fokus utama pembangunan kota besar ini. Menurut (Putra et al., 2011), kondisi tata ruang Kota Surabaya telah mengalami penyusutan secara drastis, yang menunjukkan bahwa area yang dulunya digunakan untuk pertanian, lahan kosong, dan ruang terbuka hijau atau jalur hijau telah berubah menjadi area yang digunakan untuk perumahan, komersial, dan jasa. Hal ini terjadi sebagai akibat dari perubahan tutupan lahan di Surabaya.

Pertumbuhan bangunan mau tidak mau diperlukan untuk mengimbangi hilangnya ruang terbuka hijau yang disebabkan oleh kepadatan penduduk (Khasanah & Priyatmono, 2018). Menurut (Nofrizal, 2018), jumlah lahan hijau di daerah perkotaan lebih sedikit dibandingkan dengan daerah pinggiran kota, sehingga meningkatkan suhu dan dapat menyebabkan terbentuknya fenomena *Urban Heat Island*. Setiap tahun, terjadi peningkatan pembangunan gedung – gedung di pusat kota, yang mengakibatkan beberapa daerah yang padat penduduknya memiliki vegetasi yang lebih sedikit. Keanekaragaman tanaman yang semakin berkurang digantikan oleh permukaan aspal dan beton. Dibandingkan dengan lokasi yang masih didominasi oleh vegetasi, suhu udara di area yang dibangun akan meningkat secara signifikan. Emisi panas disebabkan

oleh karakteristik material yang digunakan untuk membangun konstruksi perkotaan.

Peningkatan suhu juga disebabkan oleh limbah panas yang dihasilkan oleh perusahaan, pendingin ruangan (AC), dan emisi kendaraan bermotor (Fazeli et al., 2016; Li & Norford, 2016; Morris et al., 2016; Senanayake et al., 2013). Kekritisian lingkungan yang disebabkan oleh efek negatif tersebut mengakibatkan kebutuhan energi yang lebih tinggi, polusi udara dan emisi gas rumah kaca yang lebih banyak, kualitas air yang lebih buruk, dan berdampak pada kenyamanan dan kesehatan manusia. (U.S. Environment Protection Agency, 2008)

Kenaikan suhu udara dapat dikurangi dengan adanya vegetasi. Mekanisme evapotranspirasi, pembayangan, dan proses fotosintesis dapat menurunkan suhu udara dan mendinginkan atau menurunkan sedikit suhu lingkungan sekitar serta menekan atmosfer (Indrawati et al., 2020). Indeks Vegetasi Ternormalisasi (*Normalized Difference Vegetation Index*, NDVI) dan suhu permukaan (*Land Surface Temperature*) merupakan rasio yang menentukan Indeks Kekritisian Lingkungan (*Environmental Criticality Index*) atau disebut ECI (Senanayake et al., 2013). ECI kemudian dikembangkan menjadi sebuah persamaan yakni suhu udara dan Indeks Area Terbangun (*Built-Up Area Index*). Semakin tinggi suhu udara dan semakin rendah kerapatan vegetasi, maka ECI dapat menjadi pertanda kekritisian lingkungan (Fadlin et al., 2020). Lebih lanjut, (Senanayake et al., 2013b) menyatakan bahwa nilai ECI yang tinggi dapat digunakan untuk menentukan lokasi UHI.

Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami kondisi dan sifat ekosistem di Kota Surabaya. Dengan menentukan *Environmental Critical Index* (ECI) atau Indeks kekritisian lingkungan dengan analisis citra pada tahun 2013 dan 2023,

analisis dapat dilakukan untuk mengetahui kualitas lingkungan.

2. Metode Penelitian

ECI dianalisis berdasarkan algoritma LST dan NDVI. Pengamatan dinamika suhu permukaan dan kerapatan vegetasi di Kota Surabaya dilakukan pada dua periode yakni pada tahun 2013 dan 2023 dengan memanfaatkan citra satelit Landsat-8 OLI. Penelitian ini menggunakan Band 10 untuk mengestimasi nilai *brightness temperature* dan dikonversi ke suhu permukaan serta Band 4 dan Band 5 untuk menghitung NDVI.

Untuk menghasilkan nilai ECI, langkah yang dilakukan adalah mengidentifikasi LST dan NDVI. Adapun tahapan identifikasi sebagai berikut:

1. Penentuan Top of Atmosphere (ToA) Radiance ($L\lambda$). Tahap awal dalam algoritma ini adalah input Band 10, yaitu konversi digital number (DN) menjadi spectral radiance ($L\lambda$) dengan rumusan berikut (Avdan & Jovanovska, 2016)

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \dots \dots \dots (1)$$

Adapun:

$L\lambda$ = Nilai Pancaran (Toa Radiance)

M_L = faktor *multiplicative rescaling* pada spesifik band

Q_{cal} = Digital Number (DN) pada piksel disetiap band

A_L = faktor *additive rescaling* pada spesifik Band

2. Penentuan *Brightness Temperature* (BT). Tahapan selanjutnya adalah konversi nilai *spectral radiance* yang diperoleh dari persamaan (1) menjadi nilai *Satellite Brightness Temperature* dengan menggunakan

algoritma sebagai berikut (Weng et al., 2014):

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \dots\dots\dots (2)$$

Adapun:

BT = *Brightness Temperature* dalam satuan kelvin,

K₁ = Konstanta dari kalibrasi suhu absolut (K)

K₂ = Konstanta dari kalibrasi spektral radian pada spesifik Band yang terdapat pada metadata citra,

L_λ = Nilai Pancaran.

Nilai BT kemudian dikonversi ke dalam satuan derajat Celsius dengan persamaan:

$$BT (^\circ C) = BT (K) - 273,1 \dots\dots\dots (3)$$

3. Penentuan Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI). NDVI merupakan pengukuran kehijauan vegetasi yang berguna untuk memahami kerapatan pada vegetasi dan menilai perubahan kesehatan pada tanaman. NDVI dihitung dengan persamaan berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} \dots\dots\dots (4)$$

Adapun:

DVI = (Band 5 – Band 4) / (Band 5 + Band 4),

RED = nilai Digital Number pada RED Band

NIR = nilai Digital Number pada NIR Band

4. Penentuan *Land Surface Emissivity* (LSE). Untuk menghitung emisivitas permukaan, diperlukan menghitung *proportional vegetation* (Pv), yaitu proporsi vegetasi yang memberikan estimasi setiap area di bawah tutupan lahan. Nilai pixel dari NDVI menjadi

acuan untuk proporsi vegetasi dan tanah gundul. Nilai Pv dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut (Digavinti et al., 2017; Sobrino et al., 2004)

$$Pv = \frac{[NDVI-NDVI_{\min}]}{(NDVI_{\max}+NDVI)} \dots\dots\dots (5)$$

Adapun:

NDVI_{min} = Nilai minimum pada pixel NDVI

NDVI_{max} = Nilai maksimum pada pixel NDVI

Nilai Pv yang telah diperoleh akan digunakan untuk menghitung nilai LSE, dengan persamaan berikut (Sobrino et al., 2004).

$$E = 0,004 X PV + 0,986 \dots\dots\dots (6)$$

Adapun:

0,004 = nilai rata-rata emisivitas vegetasi rapat

0,986 = nilai emisivitas standar lahan terbuka

5. Estimasi *Land Surface Temperature* (LST). Perhitungan nilai LST menggunakan persamaan berikut (Digavinti et al., 2017):

$$LST = \frac{BT}{[1+((\lambda \times \frac{BT}{\rho}) \times \ln(E))]} \dots\dots\dots (7)$$

Adapun:

BT = *Brightness Temperature* (°C),

λ = panjang gelombang tengah Band 10 (10,8)

E = emisivitas

P = 14.380 mK

6. Penentuan Indeks Kekritisn Lingkungan (ECI). ECI merupakan perbandingan nilai LST dengan nilai NDVI yang menunjukkan tingkat

kekritisian lahan pada suatu wilayah tertentu. Jika semakin tinggi nilai ECI, maka semakin tinggi kekritisian lahan di wilayah tersebut. stretching nilai piksel (1-255) dilakukan untuk menyamakan kedua nilai piksel antara LST dan NDVI. Formula ECI pada penelitian (Fitriani et al., 2021) dijabarkan sebagai persamaan berikut:

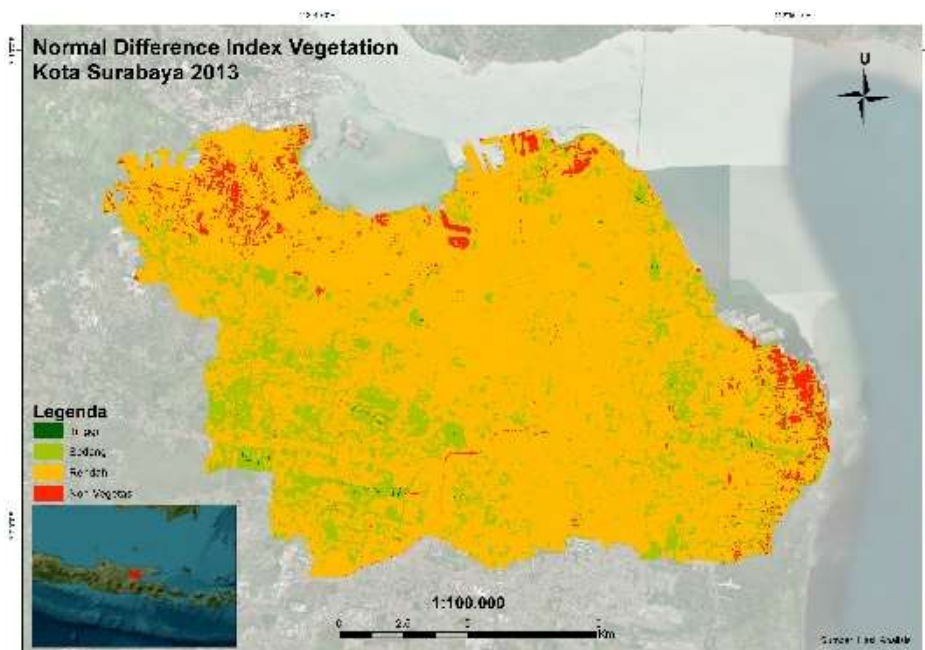
$$ECI = \frac{NDVI}{LST} \dots\dots\dots(8)$$

Adapun tingkat indeks kekritisian lingkungan ini dibagi menjadi 4 kelas, yaitu tidak kritis, rendah, sedang, dan tinggi.

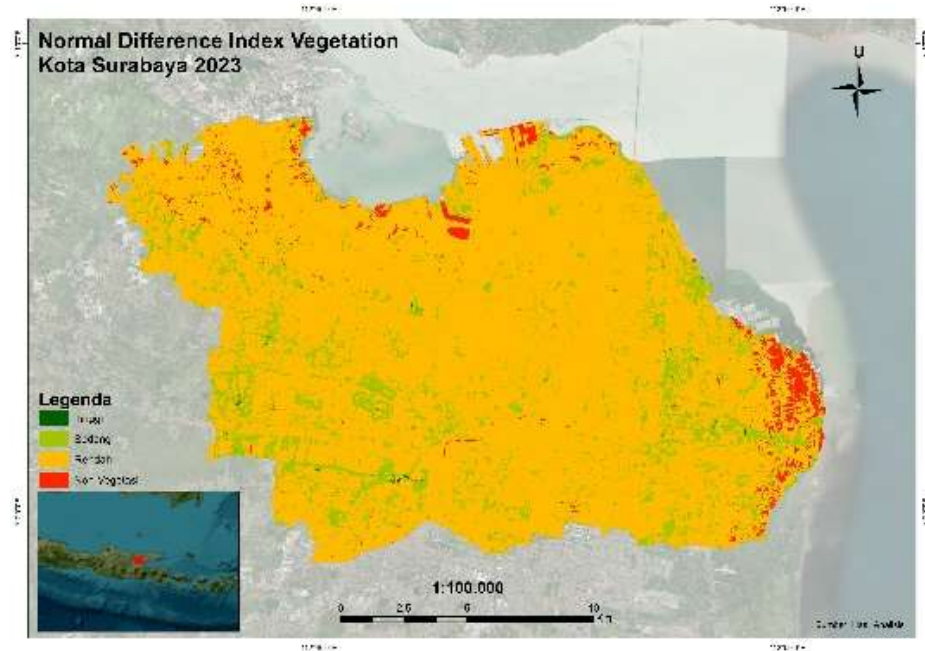
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

NDVI Kota Surabaya Tahun 2013 dan 2023



Gambar 1. NDVI Kota Surabaya Tahun 2013

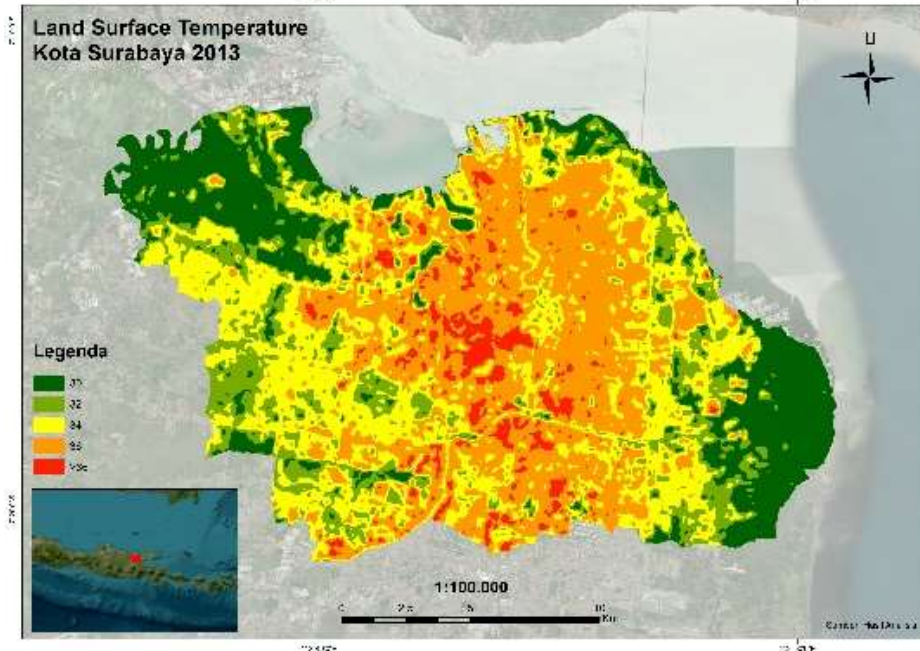


Gambar 2. NDVI Kota Surabaya Tahun 2023

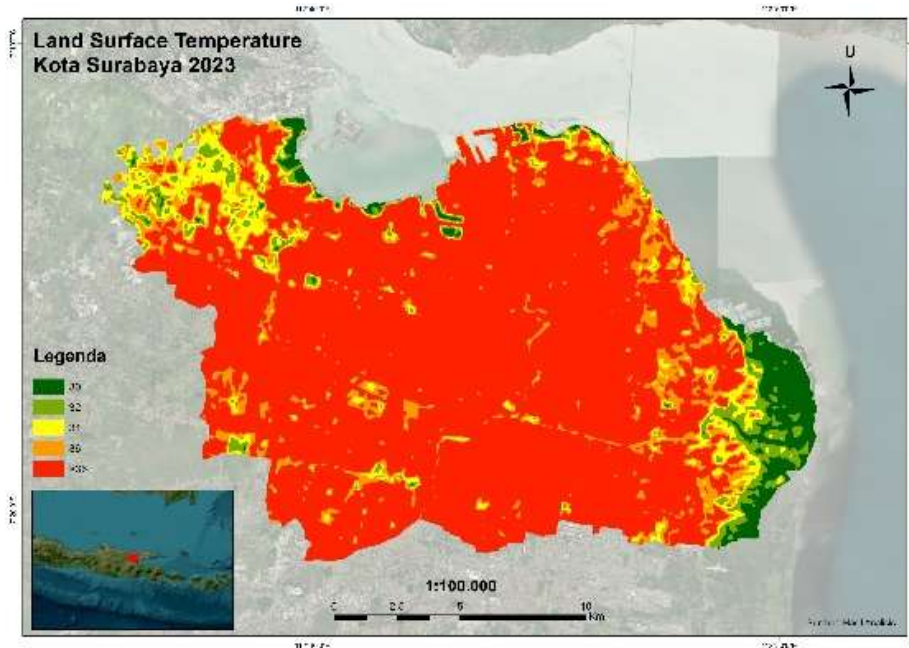
NDVI atau *Normalized Difference Vegetation Index* merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menganalisis ECI. Berdasarkan hasil analisis NDVI Kota Surabaya tahun 2013 dan 2023 tidak ada perubahan yang signifikan pada kedua tahun tersebut.

Adapun terlihat pada peta, Kota Surabaya masih didominasi oleh tingkat kerapatan vegetasi yang rendah yang berwarna oranye dalam kurun waktu 2013-2023.

LST Kota Surabaya 2013-2023



Gambar 3. Land Surface Temperatur (LST) Kota Surabaya Tahun 2013



Gambar 4. Land Surface Temperatur (LST) Kota Surabaya Tahun 2023

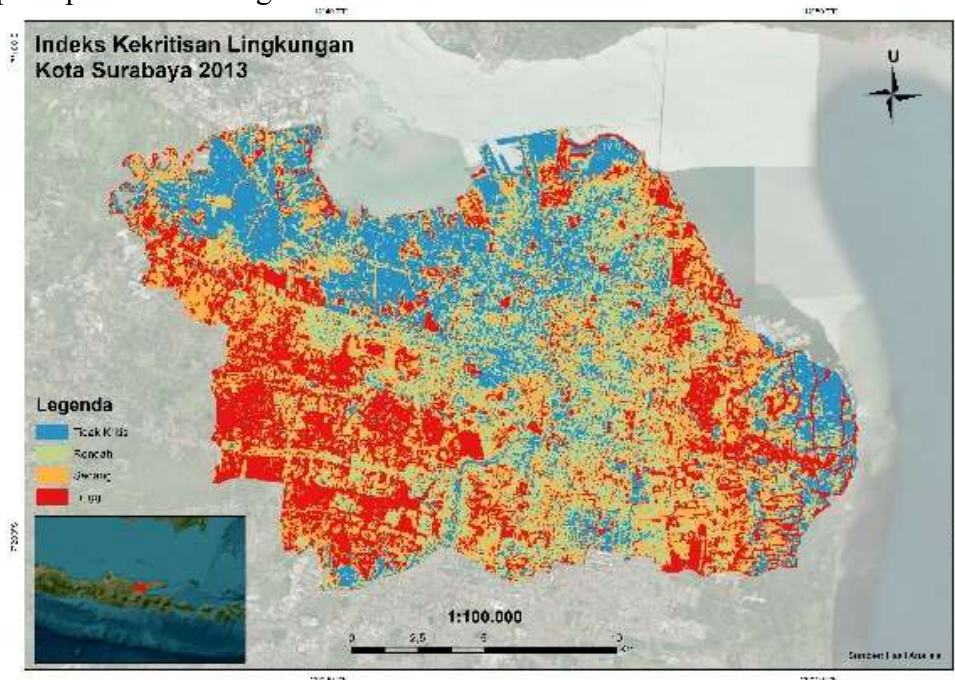
Selain NDVI sebagai parameter dalam identifikasi ECI, LST atau *Land Surface*

Temperature juga menjadi salah satu parameter dalam menganalisis ECI. Berdasarkan hasil analisis LST Kota

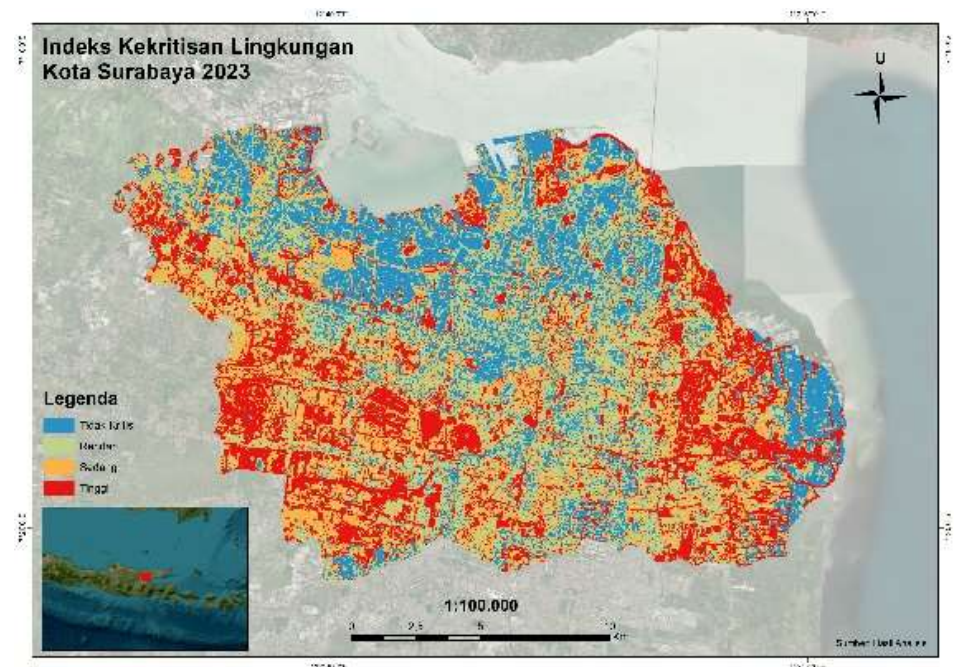
Surabaya tahun 2013 dan 2023 terdapat perubahan yang sangat signifikan terutama tingkat suhu >36 derajat celcius dari distribusi suhu daratan Kota Surabaya ini. Terlihat pada peta bahwa tingkat suhu > 36

°Celcius yang berwarna merah semakin meluas dalam kurun waktu 2013 – 2023.

ECI Kota Surabaya 2013-2023



Gambar 5. Environmental Critically Index (ECI) Kota Surabaya Tahun 2013



Gambar 6. Environmental Critically Index (ECI) Kota Surabaya Tahun 2023

Berikut merupakan hasil analisis *Environmental Critical Index* (ECI) Kota

Surabaya tahun 2013 dan 2023. Pada peta terlihat bahwa distribusi ECI di Kota Surabaya digambarkan dengan warna merah

sebagai tingkat ECI tinggi, sedangkan yang berwarna biru merupakan tingkat ECI yang tidak kritis.

3.2 Pembahasan

NDVI Kota Surabaya 2013-2023

Distribusi nilai kerapatan vegetasi Kota Surabaya diperoleh dengan analisis NDVI. Klasifikasi NDVI pada tahun 2013 dan 2023 agar mengetahui tingkat perubahan kerapatan vegetasi. Menurut Nurgiantoro & Aris (2019) dalam Fitriani et. al (2021) area yang memiliki nilai NDVI >0,50 merupakan kategori bervegetasi penuh. Nilai NDVI tertinggi pada tahun 2013 yaitu sebesar 0,598 dan terendah ada pada nilai -0,17. Sedangkan nilai NDVI tertinggi pada tahun 2023 yaitu sebesar 0,58 dan terendah -0,18. Berdasarkan hasil analisis, maka pengklasifikasian NDVI ini ditentukan dengan 4 kelas yaitu non vegetasi (-1 – 0), lalu vegetasi rendah (0 – 0,25), vegetasi sedang (0,25 – 0,5) dan vegetasi tinggi (>0,5).

Table 1. Klasifikasi NDVI Kota Surabaya Tahun 2013

NDVI 2023	Luas Ha	Persen
Non Vegetasi	1129,49	3,44
Rendah	26476,83	80,63
Sedang	5204,32	15,85
Tinggi	25,48	0,08

Table 2. Klasifikasi NDVI Kota Surabaya Tahun 2023

NDVI 2023	Luas Ha	Persen
Non Vegetasi	883,30	2,69
Rendah	27885,76	84,93
Sedang	4043,55	12,31
Tinggi	22,45	0,07

Tingkat klasifikasi NDVI terbagi menjadi 4,

yaitu non vegetasi, vegetasi rendah, vegetasi sedang, dan vegetasi tinggi. Vegetasi rendah menjadi tingkat NDVI yang paling mendominasi pada tahun 2013 dan 2023 dengan masing-masing 80,6% dan 84,9%. Ada peningkatan tingkat vegetasi rendah kurang lebih 4% selama 11 tahun. Lalu tingkat kerapatan dengan non vegetasi mengalami penurunan sekitar 1% dalam kurun waktu 11 tahun. Untuk tingkat kerapatan sedang mengalami penurunan sekitar 3% dan tingkat kerapatan tinggi juga mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan sebanyak 0,01% dalam kurun waktu 11 tahun terakhir.

Land Surface Temperatur (LST) Kota Surabaya 2013-2023

Analisis distribusi Land Surface Temperature (LST) menunjukkan adanya distribusi serta tingkatan suhu permukaan yang dilakukan pada 11 tahun terakhir yaitu tahun 2013 dan 2023 di Kota Surabaya. Terlihat pada peta bahwa distribusi suhu maksimum yang awalnya terkonsentrasi pada bagian tengah Kota Surabaya meluas ke segala arah. Nilai suhu maksimum pada tahun 2013 yaitu 38,8 derajat celcius dan nilai suhu minimum sebesar 25,2 derajat celcius. Sedangkan pada tahun 2023, nilai suhu maksimum sebesar 46,3 derajat celcius dan nilai suhu minimum sebesar 26,8 derajat celcius.

Table 3. Klasifikasi Land Surface Temperature (LST) Kota Surabaya Tahun 2013

LST 2023	Luas Ha	Persen
0-30	1327,76	4,04
30-32	1214,03	3,70
32-34	2051,27	6,25
34-36	3396,48	10,34
>36	24849,02	75,67

Table 4. Klasifikasi Land Surface Temperatur

(LST) Kota Surabaya Tahun 2023

LST 2023	Luas Ha	Persen
0-30	6225,41	18,96
30-32	5055,00	15,40
32-34	9652,49	29,39
34-36	10465,40	31,87
>36	1439,82	4,38

Tingkat Suhu Permukaan di Kota Surabaya mengalami peningkatan pada suhu maksimum maupun minimumnya selama 11 tahun terakhir. Terlihat bahwa distribusi suhu dengan tingkat >36 derajat celcius pada tahun 2023 mengalami peningkatan yang sangat signifikan yaitu mencapai 75,6% dengan luasan sekitar 24 ribu hektar. Ini dapat dibandingkan jika dilihat distribusi suhu dengan tingkat >36 pada tahun 2013 hanya sebesar 4% dengan luasan hanya sekitar 1400-an hektar. Artinya terjadi peningkatan suhu maksimum sekitar 71% selama 11 tahun di Kota Surabaya. Peningkatan suhu yang signifikan ini dapat diasumsikan karena dalam 11 tahun terakhir terjadi peningkatan aktivitas manusia sebagai bagian dari urbanisasi seperti meningkatnya jumlah polusi akibat kendaraan bermotor dan kegiatan industri, berkurangnya area vegetasi dan meningkatnya area pemukiman.

Environmental Critically Indeks (ECI) Kota Surabaya 2013–2023

Analisis ECI di Kota Surabaya terlihat pada peta menunjukkan tidak terdapat perubahan yang signifikan antara 11 tahun terakhir, yaitu tahun 2013 dan 2023. Tingkat kekritisian lingkungan tinggi digambarkan berwarna merah pada peta, sedangkan yang berwarna biru merupakan tingkat kekritisian lingkungan yang tidak kritis. Indeks kekritisian lingkungan ini terbagi menjadi 4 klasifikasi, yaitu tidak kritis, rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing pembagian kelas tersebut dilakukan dengan metode

klasifikasi *Quantile*.

Table 3. Klasifikasi Environmental Critically Index (ECI) Kota Surabaya Tahun 2013

ECI 2023	Luas Ha	Persen
Tidak Kritis	7887,81	24,02
Rendah	8485,07	25,84
Sedang	8283	25,23
Tinggi	8180,03	24,91

Table 4. Klasifikasi Environmental Critically Index (ECI) Kota Surabaya Tahun 2023

ECI 2023	Luas Ha	Persen
Tidak Kritis	7618,15	23,20
Rendah	8459,92	25,76
Sedang	8393,05	25,56
Tinggi	88366,08	25,48

Tidak terdapat perubahan ECI yang signifikan pada 11 tahun terakhir. Adapun peningkatan terjadi justru pada tingkat tidak kritis sebanyak hampir 1%. Selain itu tingkat kekritisian rendah juga mengalami kenaikan walau hanya sebesar 0,1%. Sedangkan tingkat sedang dan rendah mengalami penurunan masing-masing 0,3% dan 0,5%. Tingkat kekritisian lingkungan di Kota Surabaya ini mengalami penurunan dapat disebabkan karena adanya pertumbuhan vegetasi selama 11 tahun terakhir. Terlihat bahwa luasan non vegetasi yang sebelumnya mempunyai luas sekitar 1129 hektar pada tahun 2013, berkurang menjadi 800-an hektar pada tahun 2023. Oleh karena itu, peningkatan vegetasi di suatu wilayah dapat mengurangi tingkat kekritisian lingkungan.

4. Kesimpulan

Indeks kekritisian Lingkungan atau *Environmental Critical Index* di Kota Surabaya memiliki empat klasifikasi, yaitu non kritis, rendah, sedang, tinggi. Masing-

masing tingkat kekritisian lingkungan di Kota Surabaya dianalisis berdasarkan *Land Surface Temperature* (LST) dan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dalam kurun waktu 11 tahun, yaitu tahun 2013 dan 2023. Tingkat kekritisian lingkungan di Kota Surabaya secara umum mengalami penurunan karena bertambahnya luasan vegetasi, walaupun tingkat penurunannya belum signifikan

Daftar Pustaka

- Dwijayanti, A. (2015). Evaluasi tutupan lahan permukiman terhadap Rencana Detil Tata Ruang Kota (RDTRK) Surabaya pada citra resolusi tinggi dengan metode klasifikasi berbasis objek (studi kasus: UP XI Tambak Osowilangon dan UP XII Sambikerep, Surabaya). Institut Teknologi Sepuluh November.
- Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016). *Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. Journal of Sensors, 2016*, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2016/1480307>
- BPS Kota Surabaya. (2020). *Hasil Sensus Penduduk Kota Surabaya Tahun 2020*.
- Dede, M., Pramulatsih, G. P., Widiawaty, M. A., Ramadhan, Y. R. R., & Ati, A. (2019). Dinamika suhu permukaan dan kerapatan vegetasi di Kota Cirebon. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 6(1), 23–31. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v6i1.111>
- Digavinti, J., Manikiam, B., Narayana Reddy, S., & Manikiam, B. (2017). Land surface temperature retrieval from LANDSAT data using emissivity estimation. In *International Journal of Applied Engineering Research* (Vol. 12). <http://www.ripublication.com>
- Dirk, P. P. M., Ingerid L., Moniaga, & Very Lahamendu. (2018). Penggunaan lahan kawasan perkotaan berdasarkan fungsi kawasan (Studi Kasus: Kawasan perkotaan Kecamatan Airmadidi). *Jurnal Spasial*, 5(2), 171–178.
- Yanti, D., Megantara, I., Akbar, M., Meiwanda, S., Izzul, S., Sugandi, M. D., Ridwana, R. (2020). Analisis kerapatan vegetasi di kecamatan pangandaran melalui Citra Landsat 8. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 4(1), 32–38. <https://doi.org/10.29405/jgel.v4i1.4229>
- Fadlin, F., Kurniadin, N., & Prasetya, A. S. (2020). Analisis indeks kekritisian lingkungan di kota makassar menggunakan citra satelit landsat 8 oli/tirs. *Elipsoida : Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 3(01), 55–63. <https://doi.org/10.14710/elipsoida.2020.6232>
- Fazeli, R., Ruth, M., & Davidsdottir, B. (2016). Temperature response functions for residential energy demand – A review of models. *Urban Climate*, 15, 45–59. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2016.01.001>
- Fitriani, Y., Novianto, D., Ajie, W. A. Y. B., & Furoida, K. (2021). Pemanfaatan Citra Landsat-8 untuk analisis indeks kekritisian lingkungan. *Seminar Nasional Geomatika 2021: Inovasi Geospasial Dalam Pengurangan Risiko Bencana*, 355–364.
- Hermawan, E. (2015). Fenomena Urban Heat Island (UHI) pada beberapa kota besar di Indonesia sebagai salah satu dampak perubahan lingkungan global. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 8(1), 33–45.
- Indrawati, D. M., Suharyadi, S., & Widayani, P. (2020). Analisis pengaruh kerapatan vegetasi

- terhadap suhu permukaan dan keterkaitannya dengan fenomena UHI. *Media Komunikasi Geografi*, 21(1), 99. <https://doi.org/10.23887/mkg.v21i1.24429>
- Khasanah, R. A., & Priyatmono, A. F. (2018). Studi kecenderungan perubahan ruang terbuka hijau di Kampung Mangkunegaran Surakarta. *Jurnal Arsitektur, Sinektika*, 15(1), 34–40.
- Li, X.-X., & Norford, L. K. (2016). Evaluation of cool roof and vegetations in mitigating urban heat island in a tropical city, Singapore. *Urban Climate*, 16, 59–74. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.12.002>
- Morris, K. I., Chan, A., Salleh, S. A., Ooi, M. C. G., Oozeer, M. Y., & Abakr, Y. A. (2016). Numerical study on the urbanisation of Putrajaya and its interaction with the local climate, over a decade. *Urban Climate*, 16, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2016.02.001>
- Nofrizal, A. Y. (2018). Identifikasi urban heat island di Kota Solok menggunakan algoritma Landsat-8 OLI Land Surface Temperature. *Media Komunikasi Geografi*, 19(1), 31. <https://doi.org/10.23887/mkg.v19i1.13755>
- Putra, I. N. D. P., Anwar, N., Utomo, C., Sukojo, B. M., & Setiawan, N. (2011). Evaluasi penggunaan lahan dan prediksi perkembangan sektor primer, sekunder dan tersier pada wilayah Kota Surabaya berdasarkan PDRB. *Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 1, 35–46.
- Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D. D. P., & Nadeeka, P. M. (2013a). Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data. *Urban Climate*, 5, 19–35. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.07.004>
- Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D. D. P., & Nadeeka, P. M. (2013b). Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data. *Urban Climate*, 5, 19–35. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.07.004>
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 434–440. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003>
- U.S. Environment Protection Agency. (2008). *Reducing Urban Heat Island Compendium Of Strategies Urban Heat Islan Basics*.
- Weng, Q., Fu, P., & Gao, F. (2014). Generating daily land surface temperature at Landsat resolution by fusing Landsat and MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 145, 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.003>
- Zhang, X. X., Wu, P. F., & Chen, B. (2010). Relationship between vegetation greenness and urban heat island effect in Beijing City of China. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1438–1450. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.157>